

Substituição parcial da ração comercial por soja e milho cozidos e sua influência sobre o cultivo de híbridos tambatingas

Eliane Tie Oba-Yoshioka¹, Rodrigo Santos de Almeida², Saulo Ramid Figueiredo Gemaque², Alexandre Renato Pinto Brasiense², Roberto de Souza Silva³, Renata das Graças Barbosa Marinho⁴

1. Bióloga, Doutora em Ciências Fisiológicas, Pesquisadora na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Amapá, Macapá, AP, Brasil. E-mail: eliane.yoshioka@embrapa.br; autora correspondente.

2. Engenheiro de Pesca, Universidade do Estado do Amapá (UEAP), Macapá, AP, Brasil.

3. Biólogo, Mestre em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Macapá, AP, Brasil.

4. Zootecnista, Mestre em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Macapá, AP, Brasil.

RESUMO: A substituição parcial da ração comercial para peixes por um preparado de soja e milho cozidos na alimentação de híbridos tambatingas, realizado em uma piscicultura no Município de Macapá, Estado do Amapá, pode promover redução dos custos de produção para o piscicultor. Esta prática é muito utilizada pelos produtores no estado, entretanto, o crescimento e a condição de saúde desses peixes devem ser monitorados durante o cultivo, o qual foi o objetivo do presente estudo. Avaliações biométricas e fisiológicas (hematológica e bioquímica) foram realizadas nos peixes, além do monitoramento da qualidade da água sendo a primeira análise, dois meses após o início da alimentação (RC I e RSM I), e a segunda, após quatro meses (RCM II e RSM II). A substituição da ração comercial não causou alterações no pH, temperatura e concentração de oxigênio dissolvido da água dos viveiros da piscicultura; entretanto, alterações fisiológicas ocorreram nos peixes. Os híbridos tambatingas apresentaram crescimento e ganho de peso ($P < 0,05$) quando alimentados com o preparado de soja e milho (RSM), além disso, ocorreram alterações nos níveis de hemoglobina nas células sanguíneas e nos níveis plasmáticos de proteína e ureia. O leucograma dos híbridos indicou redução no número de células brancas no sangue periférico, podendo indicar presença de processo infeccioso nos peixes. Conclui-se que o produtor obteve redução no uso de ração comercial para apenas 20% do total, diminuindo os custos de produção de tambatingas. Entretanto, estudos a longo prazo (no mínimo dez meses) são necessários, possibilitando monitoramento da saúde desses animais.

Palavras-chave: nutrição, piscicultura, hematologia, análises bioquímicas.

Partial replacement of fish commercial diets by boiled soybean and corn and its influence on cultivated hybrid tambatingas

ABSTRACT: Partial replacement of fish commercial diets by boiled soybean and corn prepared to feed tambatingas hybrids in a fish farm of Macapá City, State of Amapá, and promoted reduction of production costs. This practice is widely used by fish farmers; however, monitoring fish growth and health conditions is important. Therefore, this evaluation was the aim of the present study. Fish biometrical and physiological (hematologic and biochemistry) analysis were measured, as well as water quality parameters were performed in two period times. The first analysis were done two months after the start of feeding (named RSM and RC I), and the second analysis were done after four months after the start of feeding (named RSM and RC II). The diets replacement caused no changes in ponds water pH, temperature and dissolved oxygen concentration; however, physiological changes occurred in fish. Tambatinga hybrid grew and presented weigh gain ($P < 0.05$) when fed with soybean and corn boiled prepared feed (RSM). In addition, hemoglobin concentration and plasma protein and urea concentration alterations occurred. The leucogram indicated reduction in peripheral white blood cells and could indicate the presence of an infectious process in fish. Thus, the fish farmer has achieved reduction in the quantity of commercial feed utilized for only 20% of the total, diminishing the tambatingas production costs. However, additional long-term studies to evaluate the animals' health are necessary.

Keywords: nutrition, fish farm, hematology, biochemical analysis.

1. Introdução

A atividade de cultivo de peixes vem crescendo no mundo inteiro, especialmente na Ásia e na América do Sul. O Brasil reúne condições extremamente favoráveis para a piscicultura, em especial o seu grande potencial hídrico, sendo mais de 8.000 km de zona costeira e cinco milhões de hectares de água doce em reservatórios naturais e artificiais, que podem ser utilizados para a produção de organismos aquáticos (KUBITZA, 1999). O Estado do Amapá possui uma variedade de espécies de peixes com potencial para piscicultura, disponibilidade de recursos hídricos e clima propício, características que fazem com que esta atividade apresente grande importância no que diz respeito à sustentabilidade ecológica, social e econômica (GAMA, 2008; TAVARES-DIAS, 2011).

Algumas espécies de peixes apresentam bons

parâmetros zootécnicos para o cultivo, com destaque para o tambaqui e seus híbridos (KUBITZA, 1999, 2004; GAMA, 2008; TAVARES-DIAS, 2011). A produção desses híbridos tem como objetivo obter indivíduos rústicos, com bom crescimento e alta produtividade. Assim, com o intuito de se obter melhor conversão alimentar, o cruzamento da fêmea do tambaqui com o macho do pirapitinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) foi obtido buscando dessas espécies suas melhores qualidades, como bom crescimento, resistência, adaptabilidade e robustez (CRUZ et al., 2006; ALENCAR-ARARIPE et al., 2011).

Entretanto, a otimização do crescimento dos peixes durante o cultivo pode ser alcançada por meio de um manejo alimentar adequado, aliado à manutenção da qualidade da água dos viveiros. Dessa forma, a

quantidade de ração fornecida aos peixes deve ser suficiente para o bom desenvolvimento dos animais, atendendo em relação à qualidade e à quantidade de alimento. A frequência alimentar e a quantidade de alimento (taxa de arraçoamento) a ser fornecida em cada trato dependem do manejo adotado, da espécie cultivada e da fase de desenvolvimento (OBA et al., 2009; CYRINO et al., 2010; OBA-YOSHIOKA, 2014).

O custo com alimentação na produção de peixes pode chegar a 70% do total (ROUBACH et al., 2002). Como ingredientes usualmente utilizados na produção de ração para peixes temos a soja e o milho: o grão da soja contém cerca de 30 a 45% de proteína e 15 a 25% de lipídio em peso seco, sendo muito utilizado o farelo de soja como fonte de proteína na formulação de ração para peixes (MIURA et al., 2000; GONÇALVES et al., 2002; ZANON, 2007). Já o milho é um dos principais insumos utilizados para alimentação animal na forma in natura e/ou cozido, como forragem, na fabricação de farelos, como amido, farinhas e óleo; sendo considerado alimento energético para as dietas animais, pela sua composição ser predominantemente de carboidratos e lipídios (LANGE, 2006).

Diversos estudos com o intuito de baratear custos de produção foram realizados de forma a tornar a atividade de cultivo de animais aquáticos mais atrativa e rentável ao produtor (PEREIRA-FILHO, 1995; MORI-PINHEIRO et al., 1999; OISHI, 2007; PALMA et al., 2010; LEMOS et al., 2011). Uma das formas de se reduzir os gastos com alimentação em uma piscicultura pode ser realizado pelo aumento da eficiência do uso das rações, fornecendo rações contendo tanto 40%, quanto 28% de proteína bruta, sem resultar em perda de eficiência produtiva dos peixes (TACHIBANA e CASTAGNOLLI, 2003).

Outra forma é realizar a substituição de ingredientes de origem animal por produtos de origem vegetal, visto serem os itens mais caros numa formulação de rações (SILVA et al., 2007). Assim, avaliações sobre o uso de ingredientes alternativos em rações, como mandioca (parte aérea ou farinha de crueira), farinha de manga e farelo de coco (SANTOS et al., 2009, 2010; FABREGAT et al., 2011; HISANO et al., 2011; BEZERRA, 2012; PEREIRA-JÚNIOR et al., 2013) foram realizadas e mostraram viabilidade de sua utilização na alimentação dos peixes, sem prejuízos ao crescimento e à saúde.

A saúde dos peixes deve ser avaliada e monitorada durante o cultivo por meio de análises de crescimento (realização de biometrias periódicas) e fisiológicas (hematológica e bioquímica). A análise dos componentes do sangue e de seu funcionamento pode ser feitas juntamente à avaliação zootécnica, das condições do metabolismo e das patologias que os peixes possam adquirir (TAVARES-DIAS e MATAQUEIRO, 2004; OLIVA-TELES, 2012; RANZANI-PAIVA et al., 2013). Assim, reduzir os custos de produção, substituindo-se a ração comercial por outros produtos na alimentação dos peixes, é uma forma muito utilizada pelos produtores, no entanto, o crescimento e a condição de saúde desses peixes devem ser monitorados durante o cultivo, os quais foram objetivos do presente estudo.

2. Material e Métodos

Desenho experimental

O manejo alimentar realizado com substituição parcial da ração comercial por soja e milho cozidos está sendo realizado frequentemente na Piscicultura São José, situada a S 00° 01' 48,3" W 051° 07' 52,9", Macapá, AP, como forma de reduzir os custos de produção de peixes conhecidos como redondos, a exemplo de tambaquis e tambatingas. Este manejo foi acompanhado pelo período de 150 dias, através de ações do projeto de pesquisa intitulado "Avaliações hematológica e bioquímica de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e híbridos (tambatinga e tambacu) cultivados em pisciculturas de Macapá (AP)", financiado pela Embrapa.

Exemplares do híbrido tambatinga (fêmea *Colossoma macropomum* x macho *Piaractus brachypomus*), com peso aproximado de 600 g, foram distribuídos em dois viveiros escavados, cedidos gentilmente pelo proprietário do empreendimento, com dimensões de 85 x 20 m² de lâmina d'água (Figura 1).



Figura 1. Viveiro para cultivo de tambatingas utilizado no presente estudo. Fonte: R.S. Almeida (2012).

Os viveiros foram denominados RC e RSM, sendo que no RC os peixes receberam apenas ração comercial (100% da dieta em ração comercial); e os peixes do viveiro denominado RSM, receberam 20% da dieta em ração comercial e 80% de um preparado de soja e milho cozidos. A alimentação dos peixes, independente do tratamento, foi fornecida na taxa de 3% da biomassa, apenas uma vez ao dia, durante o período de cinco meses, pelos funcionários do empreendimento. A qualidade da água dos viveiros foi monitorada semanalmente, através da determinação dos valores do potencial hidrogeniônico (pH), temperatura ($T=^{\circ}\text{C}$) e níveis de oxigênio dissolvido ($\text{OD}=\text{mg.L}^{-1}$) utilizando-se aparelhos digitais apropriados. Duas análises fisiológicas foram realizadas com intervalo de dois meses entre si: a primeira após dois meses do início da alimentação (60 dias) (RC I e RSM I) e a segunda após quatro meses (120 dias) de alimentação (RCM II e RSM II).

Em cada análise realizada, 15 exemplares de tambatinga de cada um dos viveiros foram capturados com auxílio de tarrafas e redes de despesca, permitindo

a coleta de amostras de sangue, da pesagem (g) e medição (cm) dos peixes (Figura 2); tendo sido analisados 60 peixes no total. Os peixes foram sacrificados para retirada do fígado e gordura perivisceral, para se determinar relações hepatossomática (RHS) e lipossomática (RLS) dos exemplares de peixes examinados (TAVARES-DIAS et al., 2000b).



Figura 2. Biometria para obtenção dos valores de peso e comprimento dos híbridos tambatinga cultivados em piscicultura. Fonte: R.S. Almeida (2012).

A coleta de amostra de sangue de cada exemplar de tambatinga foi realizada por punção caudal, com auxílio de seringas e agulhas contendo EDTA a 5% (OBA-YOSHIOKA et al., 2012) como anticoagulante. As amostras foram acondicionadas em microtubos, mantidos em gelo, e utilizadas para confecção de extensões sanguíneas e obtenção dos valores do hemograma (ISHIKAWA et al., 2011). A contagem total de leucócitos e trombócitos e diferencial de leucócitos (linfócito, monócito, neutrófilo, LG-PAS, eosinófilo e basófilo) foram realizadas em extensões sanguíneas coradas com uma combinação de May Grünwald-Giemsa-Wright (ISHIKAWA et al., 2008; RANZANI-PAIVA et al., 2013).

A determinação do hematócrito foi realizada pelo método do microhematócrito; a contagem do número de eritrócitos totais em câmara de Neubauer sob microscópio óptico; a determinação da concentração da hemoglobina foi realizada utilizando-se reagente de Drabkin, com leitura realizada em espectrofotômetro. Os índices hematimétricos de Wintrobe: volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), foram calculados a partir dos parâmetros hematológicos (RANZANI-PAIVA et al., 2013). O sangue remanescente de cada animal foi centrifugado para determinação dos níveis plasmáticos de glicose, proteínas totais, colesterol, triglicérides e ureia utilizando-se kits colorimétricos comerciais (Doles, Goiânia, GO), com leitura da absorbância realizada em espectrofotômetro no Laboratório de Aquicultura e Pesca da Embrapa Amapá.

Análises estatísticas

Os quatro grupos experimentais analisados foram

comparados entre si utilizando-se análise de variância (ANOVA), sendo verificadas diferenças estatísticas por testes paramétrico ou não paramétrico, de acordo com o teste de homogeneidade de Bartlett. As diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5% de probabilidade (ZAR, 2010).

3. Resultados e Discussão

Os exemplares de tambatingas alimentados com o preparado de soja e milho cozidos apresentaram boa aceitação da nova dieta, assim alimentados em 80% com esta mistura e em 20% com ração comercial, apropriada para a fase de desenvolvimento em que se encontravam. A ração comercial utilizada apresentava as seguintes características: nível de proteína bruta 32%, granulometria de 6 a 8 mm, extrato etéreo 6,5%, umidade 8%, fósforo 6%, vitamina C 3,2%, vitamina B6 3,2% entre outros. O preparado de soja e o milho cozidos foram analisados e mostraram as seguintes características: matéria seca 47,16%; umidade 52,84%; cinzas 1,31%; extrato etéreo 0,19%; e proteína bruta 23,71%.

A biometria dos híbridos foi realizada com pesagem (g) e medição (cm) dos exemplares (Tabela 1), indicando crescimento e ganho de peso, independentemente do tipo de dieta fornecida. Entretanto, os peixes alimentados com o preparado de soja e milho (RSM) mostraram aumento de peso significativo ($P < 0,05$) entre as biometrias realizadas, diferentemente do grupo alimentado apenas com ração comercial (RC). Isto comprova que o preparado com soja e milho cozidos utilizado na piscicultura foi bem aceito e possibilitou crescimento dos peixes. Assim, atingindo o objetivo do produtor em reduzir o uso de ração comercial (utilizando apenas 20% do total), diminuindo custos para a produção dos peixes.

Os híbridos foram alimentados com nível de proteína bruta em torno de 24%, quantidade presente e indicada na avaliação do preparado de soja e milho cozidos utilizados na piscicultura. De acordo com ALENCAR-ARARIPE et al. (2011) reduzir o nível de proteína da ração, fornecendo rações com 28% PB e não de 40% PB, realizando-se a suplementação de aminoácidos, manteve o desempenho de tambatingas e reduziu o teor de gordura muscular, trazendo benefícios para o tempo de vida do produto na prateleira. Entretanto, no presente estudo não houve esta suplementação de aminoácidos, diferentemente do trabalho relatado acima, no entanto os peixes apresentaram crescimento e nenhuma alteração na relação de gordura perivisceral (Tabela 1). Os valores de RHS e RLS não apresentaram diferença estatística significativa ($P > 0,05$), tanto pela alimentação fornecida, quanto pelo tempo de avaliação, indicando que não houve aumento significativo da quantidade de gordura acumulada devido à utilização do preparado de soja e milho cozidos na alimentação dos híbridos tambatingas.

Tabela 1. Peso corpóreo, comprimento total (média \pm desvio padrão) e relações hepato (RHS) e lipossomática (RLS) dos híbridos tambatinga alimentados com ração comercial (RC) e com ração comercial + soja e milho (RSM), após período de 60 dias (I) e de 120 dias (II) de alimentação.

	RC I	RC II	RSM I	RSM II
Peso corpóreo (g)	937,60 \pm 183,10a	966,40 \pm 119,35ac	910,40 \pm 124,35a	1124,30 \pm 155,00bc
Comprimento total (cm)	33,70 \pm 1,70a	34,50 \pm 1,70a	34,00 \pm 1,80a	36,00 \pm 1,90a
RHS (%)	1,65 \pm 0,75a	1,55 \pm 0,35a	1,55 \pm 0,25a	1,45 \pm 0,25a
RLS (%)	3,95 \pm 1,17a	4,33 \pm 0,53a	3,94 \pm 0,33a	4,28 \pm 0,96a

*Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística ($P < 0,05$); letras iguais não há diferença estatística ($P > 0,05$).

Dessa forma, a substituição ou inclusão de ingredientes alternativos em rações no processo de cultivo de peixes é um processo viável, utilizando-se mandioca, farinha de manga e de castanha da Amazônia, farelo de coco e de babaçu (SANTOS et al., 2009, 2010; LOPES et al., 2010; BEZERRA, 2012; PEREIRA-JÚNIOR et al., 2013), entre outros, permitindo redução dos custos de produção. Entretanto, deve-se atentar à manutenção da saúde dos peixes durante a aplicação desta forma de alimentação, assim como para o desenvolvimento e crescimento dos animais, para não promover redução na produtividade e na saúde dos animais (FABREGAT et al., 2011).

As avaliações hematológicas indicaram menores valores de HCM e CHCM ($P < 0,05$) nos peixes do grupo RC II, quando comparado com RSM II (Tabela 2). A soja é a mais importante fonte de proteína de origem vegetal, mas sua utilização na forma integral pode estar limitada pelo efeito dos fatores antinutricionais presentes, como antitriptico, que inibe a ação da tripsina, e hemoaglutinante, que provoca aglutinação das hemácias (DEL CARRATORE et al., 1996). Nas avaliações do presente estudo foram verificadas alterações na fisiologia dos animais alimentados com a substituição parcial da ração comercial por soja e milho cozidos, ou

seja, parcialmente processados, que não afetaram negativamente seu desenvolvimento. Assim, o mínimo processamento utilizado, isto é, o cozimento dos grãos, pode ter auxiliado na utilização pelos peixes dos nutrientes dos grãos de soja e do milho, mantendo a concentração de hemoglobina no sangue destes animais, diferentemente dos animais alimentados apenas com ração comercial. Dessa forma, a presença de nutrientes na dieta dos animais auxilia na manutenção dos valores da concentração de hemoglobina e HCM, como também relatado por CHAGAS e VAL (2003).

Os híbridos tambatingas alimentados com a substituição da ração comercial pelo preparado de soja e milho cozidos tiveram cerca de 24% PB na sua alimentação, diferentemente dos alimentados com ração comercial, que receberam 32% PB. Jundiás, *Rhamdia quelen*, alimentados com dietas com níveis proteicos de 25, 30 e 35% PB não apresentaram alterações nas variáveis eritrocitárias e bioquímicas de acordo com HIGUCHI et al. (2011), mesmo após sete meses de alimentação. Entretanto, CAMARGO et al. (2005) verificaram que o nível proteico de 50% PB estimulou a eritropoiese em jundiá, quando comparado com os níveis de 30 e 40 % PB, após apenas 45 dias de alimentação.

Tabela 2. Hematócrito (Hct), concentração de hemoglobina (Hb), contagem de eritrócitos (Eri) e índices hematimétricos (Volume corpuscular médio VCM, hemoglobina corpuscular média HCM e concentração de hemoglobina corpuscular média CHCM) (média \pm desvio padrão) dos híbridos tambatingas alimentados com ração comercial (RC) e com ração comercial + soja e milho cozidos (RSM), após período de 60 dias (I) e de 120 dias (II) de alimentação.

	RC I	RC II	RSM I	RSM II
Hct (%)	32,37 \pm 2,46a	34,84 \pm 1,38a	32,25 \pm 2,14a	32,45 \pm 4,00a
Hb (g.dL ⁻¹)	8,55 \pm 0,95a	7,92 \pm 0,96a	8,29 \pm 0,88a	8,55 \pm 1,15a
Eri (x 10 ⁶ μ L)	1,05 \pm 0,30a	1,20 \pm 0,25a	1,05 \pm 0,20a	1,05 \pm 0,40a
VCM (fL)	330,86 \pm 69,80a	300,83 \pm 45,70a	311,46 \pm 35,17a	278,21 \pm 33,53a
HCM (g.dL ⁻¹)	85,49 \pm 13,48b	67,29 \pm 9,11a	74,51 \pm 10,53ab	73,37 \pm 7,53ab
CHCM (g.dL ⁻¹)	26,64 \pm 1,72b	22,50 \pm 2,80a	25,04 \pm 1,76ab	26,22 \pm 1,74b

*Letras diferentes indicam diferença estatística ($P < 0,05$); letras iguais na mesma linha não há diferença estatística ($P > 0,05$).

Os valores plasmáticos de glicose dos peixes alimentados com ração comercial e com o preparado de soja e milho cozidos apresentaram valores baixos, significativamente menores no grupo RSM I, em relação ao RC II (Tabela 3). Os peixes alimentados com soja e milho em substituição à ração comercial apresentaram diminuição da

concentração plasmática de glicose em relação aos animais que foram alimentados apenas com ração comercial, podendo indicar um desbalanço na assimilação de nutrientes (vitaminas e minerais, principalmente), ocasionado pela diminuição do fornecimento da ração comercial aos peixes (SANTOS e OBA, 2009).

Tabela 3. Concentração plasmática de glicose, proteína, colesterol, triglicérides e ureia (média \pm desvio padrão) dos híbridos tambatinga alimentados com ração comercial (RC) e com ração comercial + soja e milho cozidos (RSM), após período de 60 dias (I) e de 120 dias (II) de alimentação.

	RC I	RC II	RSM I	RSM II
Glicose (mg.dL ⁻¹)	80,15 \pm 14,80ab	90,45 \pm 16,36b	65,55 \pm 15,15a	79,06 \pm 13,80ab
Proteína (g.dL ⁻¹)	3,75 \pm 0,61a	4,05 \pm 0,57a	3,65 \pm 0,43a	4,30 \pm 0,67b
Colesterol (mg.dL ⁻¹)	143,15 \pm 77,74ab	162,00 \pm 17,83b	115,02 \pm 17,94a	144,00 \pm 27,29ab
Triglicérides (mg.dL ⁻¹)	274,20 \pm 236,60a	475,40 \pm 172,60a	337,65 \pm 176,90a	465,20 \pm 117,85a
Ureia (mg.dL ⁻¹)	9,83 \pm 1,90a	13,17 \pm 2,13ab	13,94 \pm 4,83ab	13,79 \pm 2,66b

*Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística ($P < 0,05$); letras iguais não há diferença estatística ($P > 0,05$).

Os níveis plasmáticos de proteína aumentaram nos híbridos alimentados com soja e milho cozidos, após o período total de quatro meses de alimentação. Isto contribui com a ideia de que o mínimo processamento da soja, realizado com o cozimento dos grãos, possibilitou aos peixes a utilização dos nutrientes dos grãos de soja, consequentemente com o aumento dos níveis plasmáticos de proteínas totais, e dos valores de HCM e CHCM, mencionados anteriormente. Os níveis de colesterol mais altos no grupo RC II em relação a RSM I, muito provavelmente ocorreu devido aos baixos níveis de gordura (extrato etéreo 0,19%) do preparado de soja e milho cozidos, produzidos na piscicultura e fornecido aos peixes. Já os níveis de triglicérides mantiveram-se similares em todos os grupos ($P > 0,05$).

De acordo com Seixas-Filho (2004), a ureia em peixes é um produto do metabolismo endógeno da proteína, enquanto que o produto final do catabolismo da dieta é a amônia, excreção efetuada principalmente através das

brânquias por difusão na água. Os níveis de ureia no plasma dos híbridos aumentaram significativamente apenas no grupo RSM II em relação ao RC I. Esses níveis de ureia aumentados parecem ter relação com o aumento do nível proteico na dieta, em consequência do cozimento dos grãos de soja, assim possibilitando o uso desta proteína pelos peixes. Assim, podendo indicar que o nível de ureia plasmática apresenta relação direta com a dieta e aumentou em decorrência da aceitação da dieta.

A contagem de trombócitos nas tambatingas não mostrou alteração em consequência ao manejo alimentar ($P > 0,05$). O número de leucócitos totais diminuiu significativamente nos peixes após alimentação com o preparado de soja e milho (RSM II), quando comparado ao grupo alimentado apenas com ração comercial (RC I). Esta diminuição pode ter sido ocasionada pela redução de linfócitos, monócitos e LG-PAS, apesar de ter ocorrido redução do número de monócitos e LG-PAS nos híbridos alimentados apenas com ração comercial (Tabela 4).

Tabela 4. Leucograma e trombograma (número de células. μ L sangue⁻¹) (média \pm desvio padrão) dos híbridos tambatingas alimentados com ração comercial (RC) e com ração comercial + soja e milho (RSM), após período de 60 dias (I) e de 120 dias (II) de alimentação.

	RC I	RC II	RSM I	RSM II
Trombócitos	20.263,00 \pm 9.928,80a	18.411,00 \pm 8.128,50a	20.657,00 \pm 5.007,00a	12.011,25 \pm 5.779,60a
Leucócitos	36.786,75 \pm 9.096,00a	31.890,50 \pm 7.040,10ab	33.395,75 \pm 7.366,70ab	19.934,50 \pm 9.681,70b
Linfócitos	26.813,00 \pm 7.306,80a	25.705,00 \pm 7.385,10a	22.978,50 \pm 5.581,00ab	15.859,75 \pm 7.550,00b
Monócitos	1.190,75 \pm 425,85a	451,25 \pm 566,25b	1.319,50 \pm 315,40a	802,75 \pm 551,50ab
Neutrófilos	3.755,50 \pm 1.179,00a	4.195,75 \pm 2.490,00a	4.913,75 \pm 1.380,20a	2.725,50 \pm 2.067,00a
LG-PAS	4.585,75 \pm 2.646,90a	1.297,00 \pm 960,35b	3.578,00 \pm 2.429,50a	547,50 \pm 538,90b
Eosinófilos	783,00 \pm 1.147,40a	-	243,00 \pm 216,85a	-
Basófilos	-	-	61,75 \pm 195,25	-

*Letras diferentes indicam diferença estatística ($P < 0,05$); letras iguais na mesma linha não há diferença estatística ($P > 0,05$).

Os linfócitos são responsáveis pelo reconhecimento de antígenos e pela resposta imune (RANZANI-PAIVA et al., 2013), assim sua redução poderia comprometer o sistema imune dos animais, tornando-os mais suscetíveis às doenças. Os monócitos são os principais fagócitos dos peixes (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004), apresentando habilidade de migração dos vasos sanguíneos até o foco inflamatório, durante processos infecciosos, da mesma forma que a célula LG-PAS (MARTINS et al., 2009). Assim,

a redução em seu número no sangue periférico, indicado pelas contagens (leucograma) pode indicar a existência de processo infeccioso nos híbridos, principalmente do grupo RSM II, com a redução significativa no número de leucócitos total. Assim, deve-se considerar aumentar o nível de vitaminas e minerais na dieta dos peixes, de forma a manter o sistema imunológico dos animais em funcionamento adequado e diminuir a suscetibilidade às doenças (BILLER-TAKAHASHI e URBINATI, 2014).

O monitoramento da qualidade da água dos viveiros de uma piscicultura deve ser realizado constantemente, pois os fatores físicos e químicos são de vital importância nos peixes, por influenciarem seus processos metabólicos (GUIMARÃES et al., 2008). Os parâmetros físico-químicos da água dos viveiros nos quais foi realizado o cultivo de tambatingas, alimentados com as dietas RC e RSM, não mostraram diferença estatística significativa ($P>0,05$) (Tabela 5). Isto mostra que as dietas fornecidas não afetaram de maneira diferenciada os parâmetros monitorados após o período de quatro meses. Vários fatores podem afetar os valores de pH da água dos viveiros de uma piscicultura, como tipo de solo, concentração de dióxido de carbono, condições climáticas, entre outros (IMBIRIBA et al., 2000; ARIDE et al., 2007). Recomenda-se que o pH da água em viveiros durante o cultivo de peixes esteja entre 4 e 8, considerando-se ideal a faixa entre 6,5 e 7,5, como observado nos viveiros da piscicultura avaliada no presente estudo (TAVARES-DIAS et al., 2013).

Tabela 5. Valores médios (\pm desvio padrão) de pH, temperatura e oxigênio dissolvido (OD) da água dos viveiros nos quais foram mantidos os híbridos tambatingas, alimentados com ração comercial (RC) e com ração comercial + soja e milho (RSM).

	pH	Temperatura (°C)	OD (mg.dL ⁻¹)
RC	6,60 \pm 0,60a	30,70 \pm 1,30b	4,30 \pm 1,30c
RSM	6,60 \pm 0,60a	30,70 \pm 1,15b	4,10 \pm 1,10c

*Letras diferentes na coluna indicam diferença estatística ($P<0,05$); letras iguais na coluna não há diferença estatística significativa ($P>0,05$).

A temperatura média da água dos viveiros RC e RSM foi de 30,7 (Tabela 5). A exigência em relação à temperatura da água dos viveiros depende da espécie de peixe e da fase de desenvolvimento em que este se encontra (ovo, larva, juvenil ou adulto), entretanto em geral, as espécies tropicais apresentam ótimo crescimento com temperaturas entre 28 a 32°C (GUIMARÃES et al., 2008). Dentre os fatores que influenciam a concentração de OD na água dos viveiros de piscicultura temos a renovação de água, o processo de fotossíntese realizada pelo fitoplâncton durante períodos com presença de luz e a respiração de todos os organismos presentes na água (IMBIRIBA et al., 2000). Nos viveiros monitorados durante este estudo, os níveis de OD na água dos viveiros apresentaram-se próximos a 4,0 mg.L⁻¹ (Tabela 5). Valores de OD acima de 4 mg.L⁻¹ são recomendados para promover adequado crescimento e desempenho de peixes tropicais, como tambaqui, pirapitinga, entre outros. Assim, os níveis de pH, temperatura e OD monitorados e observados durante o presente estudo mostraram-se adequados e similares ao recomendado (RANZANI-PAIVA et al., 1999; IMBIRIBA et al., 2000; BALDISSEROTTO e GOMES, 2005; ARIDE et al., 2007).

Dentre os alimentos de origem vegetal, o farelo de soja e o milho são excelentes fontes proteica e energética, respectivamente, para compor rações para peixes onívoros tropicais, uma vez que são mais disponíveis no mercado e apresentam menores custos (GONÇALVES e FURUYA, 2004). Entretanto, devem ser utilizados de maneira adequada na alimentação dos peixes, de modo a não

promover a degradação da qualidade da água dos viveiros de cultivo.

Várias podem ser as formas de baratear os custos de produção de animais, tornando-a mais atrativa e rentável ao produtor, como utilizar diferentes estratégias alimentares como, por exemplo, ciclos de restrição e realimentação (PALMA et al., 2010). Além disso, a redução de custos na alimentação de peixes pode ser a inclusão de novos alimentos (ingredientes alternativos) nas rações (PEREIRA-FILHO, 1995; TACHIBANA e CASTAGNOLLI, 2003). Alimentar os peixes durante o cultivo somente com grãos de soja e milho processados minimamente, como no caso do avaliado no presente estudo, pode não permitir aos peixes o desenvolvimento adequado. E quando utilizado a longo prazo, pode-se levar mais tempo do que o normalmente necessário para se chegar ao ponto de abate dos animais para venda. Além disso, pode-se prejudicar a defesa imunológica dos animais e a boa condição de saúde desses peixes.

4. Conclusões

A substituição parcial da ração comercial por um preparado de soja e milho cozidos na alimentação de híbridos tambatingas não interferiu nos parâmetros abióticos dos viveiros da piscicultura; entretanto, alterações fisiológicas, como nos valores de HCM, níveis de proteína e ureia e no número de leucócitos, ocorreram nos peixes avaliados no período de apenas dois meses de avaliação. Em uma avaliação a longo prazo, estes efeitos poderiam aparecer com maior intensidade, ainda mais considerando-se que para fechar um ciclo de engorda dos peixes sejam necessários no mínimo, 10 meses. Além disso, avaliar a incorporação desses ingredientes em rações artesanais, proporcionando um balanceamento adequado dos nutrientes na dieta, poderia levar à redução dos custos de produção sem causar prejuízos à saúde dos animais, obtendo-se crescimento adequado e maior rentabilidade ao produtor.

5. Agradecimentos

Ao Sr. Paulo Melém Jr. por permitir a realização das avaliações em sua propriedade. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo apoio financeiro e logístico.

6. Referências Bibliográficas

- ALENCAR-ARARIPE, M. N. B.; ARARIPE, H. G. A.; LOPES, J. B.; CASTRO, P. L.; BRAGA, T. E. A.; FERREIRA, A. H. C.; ABREU, M. L. T. Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em reações para alevinos de tambatinga. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 9, p. 1845-1850, 2011.
- ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. *Aquaculture Research*, v. 38, p. 588-594, 2007.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2005.
- BEZERRA, K. S. *Utilização de farinha de polpa de manga como fonte de carboidratos na ração de tambaqui Colossoma macropomum e avaliação sensorial de hambúrguer da polpa de peixe, elaborado com farinha de manga*. 2012. 89 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de São Carlos/UFSCar, São Carlos, 2012.
- BILLER-TAKAHASHI, J. D.; URBINATI, E. C. Fish immunology. The identification

- and manipulation of the innate immune system: Brazilian studies. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 3, p. 75-87, 2014.
- CAMARGO, S. O.; POUEY, J. L.; MARTINS, C. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1406-1411, 2005.
- CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 397-402, 2003.
- CRUZ, A. G.; MELO, A. E. F.; SOBREIRA, C. B.; MAZETO, M. D.; NAOE, L. K. Densidade x Custo de Ração: piscicultura. **Boletim Técnico Seagro**, UNITINS, v. 3, 13p., 2006.
- CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A. Piscicultura e o ambiente—o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.
- DEL CARRATORE, C. R.; PEZZATO, L. E. PEZZATO, A. C.; BARROS, M. M.; RIBEIRO, P. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) arraçados com farinha de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 5, p. 369-374, 1996.
- FABREGAT, T. E. H. P.; PEREIRA, T. S.; BOSCOLO, C. N.; ALVARADO, J. D.; FERNANDES, J. B. K. Substituição da farinha de peixes pelo farelo de soja em dietas para juvenis de curimbatá. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 3, p. 289-294, 2011.
- GAMA, C. S. A criação de tilápia no estado do Amapá como fonte de risco ambiental. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 3, p. 525-530, 2008.
- GONÇALVES, G. S.; FURUYA, W. M. Digestibilidade aparente de alimentos pelo piavuçu, *Leporinus macrocephalus*. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 165-169, 2004.
- GONÇALVES, G. S.; FURUYA, W. M.; RIBEIRO, R. P.; FURUYA, V. R. B.; SOARES, C. M. Farelo de canola na alimentação do piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavito & Britski), na fase inicial. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 24, n. 4, p. 921-925, 2002.
- GUIMARÃES, C. E. P.; CARNEIRO, L. B.; HERMÓGENES, L. S.; PINHEIRO, D. M.; MIRANDA, E. C.; FÉLIX, M. C. Avaliação da Qualidade de água de viveiros utilizados para cultivo de tambaqui. CERAQUA/CODEVASF. 33ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2008.
- HIGUCHI, L. H.; FEIDEN, A.; MALUF, M. L. F.; DALLAGNOL, J. M.; ZAMINHAN, M.; BOSCOLO, W. R. Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos à dieta com diferentes níveis protéicos e energéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 70-75, 2011.
- HISANO, H.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Desempenho produtivo de tilápias-do-nilo alimentadas com rações contendo parte aérea de mandioca. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 59, Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.
- IMBIRIBA, E. P.; LOURENÇO JR., J. B.; CARVALHO, L. O. D. M. Parâmetros ambientais e qualidade da água na piscicultura. **Recomendações Técnicas**, v. 8, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.
- ISHIKAWA, M. M.; PÁDUA, S. B.; SATAKE, F.; PIETRO, P. S.; HISANO, H. Procedimentos básicos para colheita de sangue em peixes. **Circular Técnica**, v. 17, Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.
- ISHIKAWA, N. M.; RANZANI-PAIVA, M. J. T.; LOMBARDI, J. V. Metodologia para quantificação de leucócitos totais em peixe, *Oreochromis niloticus*. **Archives of Veterinary Sciences**, v. 13, n. 1, p. 54-63, 2008.
- KUBITZA, F. Tanques-rede, rações e impacto ambiental. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 9, n. 51, p. 44-50, 1999.
- KUBITZA, F. Tambaqui, Pacu e Híbridos: uma revisão pra lá de completa de todo manejo. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 14, n. 82, p. 27-39, 2004.
- LANGE, A. Manejo da adubação nitrogenada na cultura de milho após cultivo da soja em sistema de semeadura direta no cerrado. 135 f. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo/USP, Piracicaba, 2006.
- LEMO, M. V. A.; GUIMARÃES, I. G.; MIRANDA, E. C. Farelo de coco em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 188-198, 2011.
- LOPES, J. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA-FILHO, F. P.; SANTOS, I. B.; WATANABE, P. H.; ARAÚJO, D. M.; PINTO, D. C.; OLIVEIRA, P. S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 519-526, 2010.
- MARTINS, M. L.; MYIAZAKI, D. M. Y.; TAVARES-DIAS, M.; FENERICK JR., J.; ONAKA, E. M.; BOZO, F.; FUJIMOTO, R. Y.; MORAES, F. R. Characterization of the acute inflammatory response in the hybrid tambaqui (*Piractus mesopotamicus* male x *Colossoma macropomum* female) (Osteichthyes). **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 631-637, 2009.
- MIURA, E. M. Y.; BINOTTI, M. A. R.; CAMARGO, D. S.; MIZUBUTI, I. Y.; IDA, E. I. Avaliação biológica de linhagem de soja com baixa atividade de inibidores de tripsina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1754-1758, 2000.
- MORI-PINHEIRO, L. A.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Substituição do fubá de milho (*Zea mays*, L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H. B. K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER 1818). **Acta Amazonica**, v. 29, n. 3, p. 447-453, 1999.
- OBA, E. T.; MARIANO, W. S.; SANTOS, L. R. B. Estresse em peixes cultivados: agravantes para o manejo rentável. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). **Manejo e sanidade de peixes cultivados**. Macapá: Embrapa Amapá, 2009, p. 226-247.
- OBA-YOSHIOKA, E. T. Cuidados essenciais no manejo alimentar de peixes redondos cultivados no Estado do Amapá. **Comunicado Técnico**, v. 97, Macapá: Embrapa Amapá, 2014.
- OBA-YOSHIOKA, E. T.; MONTAGNER, D.; ALMEIDA, R. S.; SIQUEIRA, E. I. B. S. Avaliação do anticoagulante EDTA sobre as variáveis hematológicas do híbrido tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piractus brachypomus*). In: **V Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Aquaciência 2012**, Palmas, 2012.
- OISHI, C. A. Resíduo da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado Universidade Federal do Amazonas/UFAM, Manaus, 2007).
- OLIVA-TELES, A. Nutrition and health of aquaculture fish. **Journal of Fish Diseases**, v. 35, p. 83-108, 2012.
- PALMA, E. H.; TAKAHASHI, L. S.; DIAS, L. T. S.; GIMBO, R. Y.; KOJIMA, J. T.; NICODEMO, D. Estratégia alimentar com ciclo de restrição e alimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural**, v. 40, p. 391-396, 2010.
- PEREIRA-FILHO, M. Alternativas para alimentação de peixes em cativeiro. In: VAL, A. L. & HONCZARYK, A. (Eds.). **Criando peixes na Amazônia**. Inpa: Manaus, 1995, p. 75-82.
- PEREIRA-JÚNIOR, G. P.; PEREIRA, E. M. O.; PEREIRA-FILHO, M.; BARBOSA, P. S.; SHIMODA, E.; BRANDÃO, L. V. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) alimentados com rações contendo farinha de cruzeira de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) em substituição ao milho (*Zea mays*). **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 217-226, 2013.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; PÁDUA, S. B.; TAVARES-DIAS, M.; EGAMI, M. I. **Métodos para análises hematológicas em peixes**. Maringá: EDUEM, 2013.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; SALLES, F. A.; EIRAS, J. C.; EIRAS, A. C.; ISHIKAWA, C. M.; ALEXANDRINO, A. C. Análises hematológicas de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 25, p. 77-83, 1999.
- ROUBACH, R.; GOMES, L. de C.; CHAGAS, E. C.; LOURENÇO, J. N. de P. Nutrição e manejo alimentar na piscicultura. **Série Documentos**, v. 23. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002.
- SANTOS, E. L.; LUDKE, M. C. M. M.; BARBOSA, J. M.; RABELLO, C. B.-V.; LUDKE, J. V.; WINTERLE, W. M. C.; SILVA, E. G. Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, p. 390-397, 2009.
- SANTOS, L. R. B.; OBA, E. T. **Dieta: ferramenta importante para manejo dos peixes no cultivo**. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). **Manejo e sanidade de peixes cultivados**. Macapá: Embrapa Amapá, 2009, p. 89-105.
- SANTOS, M. Q. C.; OISHI, C. A.; PEREIRA-FILHO, M.; LIMA, M. A. C.; ONO, E. A.; AFFONSO, E. G. Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2181-2185, 2010.
- SEIXAS-FILHO, J. T. Uma revisão sobre o papel do carboidrato e da proteína no metabolismo de peixes com hábitos alimentar carnívoro e onívoro. **Augustus**, v. 09, n. 18, p. 32-51, 2004.
- SILVA, J. A. M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 1, p. 157-164, 2007.
- TACHIBANA, L.; CASTAGNOLLI, N. Custo na alimentação dos peixes: é possível reduzir mantendo a qualidade? **Revista Panorama da Aquicultura**, p. 55-57, 2003.
- TAVARES-DIAS, M. Piscicultura continental no Estado do Amapá: diagnóstico e perspectivas. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, v. 81, Macapá: Embrapa Amapá, 2011.
- TAVARES-DIAS, M.; MATAQUEIRO, M. I. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 26, n. 2, p. 157-162, 2004.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. **Hematologia de peixes teleosteos**. Ribeirão Preto: Marcos Tavares-Dias, 2004.
- TAVARES-DIAS, M.; ARAÚJO, C. S. O. de; PORTO, S. M. A.; VIANA, G. M. Sanidade do tambaqui *Colossoma macropomum* nas fases de larvicultura e alevinagem. **Série Documentos**, v. 78, 2013.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; MORAES, F. R. Relação hepatossomática e esplenossomática em peixes teleosteos de cultivo intensivo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 1, p. 273-281, 2000b.
- ZANON, G. D. **Teor de proteína e de óleo em grãos de soja obtidos sob diferentes tipos de manejo**. 2007. 62 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Grande Dourados/UFGD, Dourados, 2007.
- ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 2010.